

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

1 / 1

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-048525

(43)Date of publication of application : 18.02.2003

(51)Int.Cl.

B60T 8/00

B60T 8/48

B60T 8/58

B60T 8/66

(21)Application number : 2001-240446

(71)Applicant : HITACHI UNISIA AUTOMOTIVE LTD

(22)Date of filing :

08.08.2001

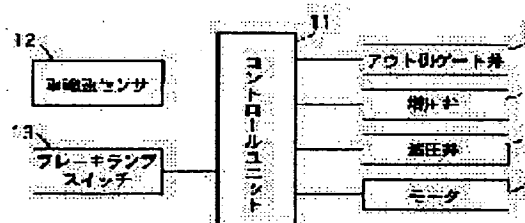
(72)Inventor : FURUYAMA KOJI

## (54) BRAKE CONTROLLER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve control quality of a brake controller by eliminating a very limited braking condition in which speeds of four wheels are reduced more than an actual vehicle body speed together based on assist control when detecting the very limited braking condition and suppressing the increase in lock tendency of the wheels.

**SOLUTION:** A control unit 11 for controlling a braking liquid pressure by inputting a signal from a wheel speed sensor 12 and controlling the operations of a gate valve 3 on out-side, a pressure intensifying valve 5, a pressure reducing valve 6, and a motor 8 judges very limited braking by which speeds of all the wheels are reduced more than a vehicle body speed in a scope in which anti-skid control is not executed when braking on a low friction coefficient road, increases a braking liquid pressure of the front wheels by assist control when it judges that the very limited braking is performed, and executes very limited braking elimination control for holding a braking liquid pressure of the rear wheels.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-48525

(P2003-48525A)

(43)公開日 平成15年2月18日(2003.2.18)

(51)IntCl.	識別記号	F I	テーム* (参考)
B 6 0 T	8/00	B 6 0 T	C 3 D 0 4 6
	8/48		
	8/58		H
			Z
	8/66		Z
		審査請求 未請求 請求項の数 8	OL (全 16 頁)

---

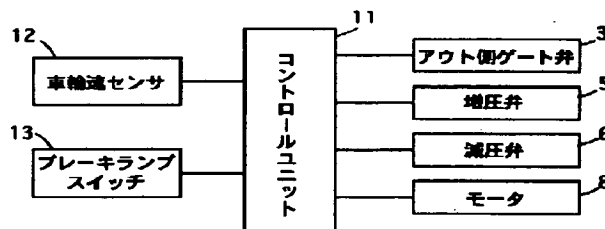
(21)出願番号	特願2001-240446(P2001-240446)	(71)出願人	000167406 株式会社日立ユニシアオートモティブ 神奈川県厚木市恩名1370番地
(22)出願日	平成13年8月8日(2001.8.8)	(72)発明者	古山 浩司 神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会社ユニシアジェックス内
		(74)代理人	100105153 弁理士 朝倉 悟 (外1名)
		Fターム(参考)	3D046 B803 B828 H802 H823 H836 J805 J811 J816 L802 L805 L823 L829 L830 L837 L847 L850

(54) 【発明の名称】 プレーキ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 4輪が揃って実際の車体速度よりも低下するぎりぎり制動状態を検出したときに、アシスト制御に基づいてこれを解消し、車輪のロック傾向が強くなるのを抑えてブレーキ制御装置の制御品質を向上させること。

【解決手段】 車輪速度センサ１２から信号を入力してアウト側ゲート弁３，増圧弁５，減圧弁６，モータ８の作動を制御して制動液圧を制御するコントロールユニット１１は、低摩擦係数路における制動時に、全輪の車輪速度がアンチスキッド制御が実行されない範囲で車体速度よりも低下するぎりぎり制動を判断し、ぎりぎり制動判断時に、前輪の制動液圧をアシスト制御により増圧し、後輪の制動液圧を保持するぎりぎり制動解消制御を実行するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 運転者の制動操作に応じて発生する液圧よりも高圧の制動液圧をホイールシリンダに向けて供給可能であるとともに、ホイールシリンダの制動液圧を減圧および増圧可能な制動液圧変更手段と、

運転者の制動操作に関連した入力信号に基づいてアシスト制御を実行するか否かのアシスト進入判断を行い、アシスト進入判断時には、前記ブレーキアシスト手段をアシスト作動させて運転者の制動操作に応じて発生する液圧よりも高圧の制動液圧をホイールシリンダに向けて供給するアシスト制御を実行するアシスト制御手段と、

車両の制動に関連した入力信号に基づいて車輪のロック傾向が強くなったときには制動液圧を減圧して車輪のロックを防止するとともに、減圧後には増圧して制動を図るアンチスキッド制御を実行するアンチスキッド制御手段と、を備えたブレーキ制御装置において、低摩擦係数路における制動時に、全輪の車輪速度がアンチスキッド制御が実行されない範囲で車体速度よりも低下するぎりぎり制動を検出するぎりぎり制動検出手段を設け、

前記アシスト制御手段は、ぎりぎり制動検出時に、少なくとも1輪についてブレーキアシスト制御による増圧を行うぎりぎり制動解消制御を実行することを特徴とするブレーキ制御装置。

【請求項2】 前記アシスト制御手段は、ぎりぎり制動解消制御時には、前2輪と後2輪との一方について上述のブレーキアシスト制御による増圧を行い、加えて、前2輪と後2輪との他方については、液圧を保持させることを特徴とする請求項1に記載のブレーキ制御装置。

【請求項3】 前記前2輪と後2輪との一方が、前2輪であり、他方が後2輪であることを特徴とする請求項2に記載のブレーキ制御装置。

【請求項4】 請求項2に記載のブレーキ制御装置において、

前記前2輪と後2輪との一方が後2輪であり、他方が前2輪であることを特徴とするブレーキ制御装置。

【請求項5】 前記ぎりぎり制動解消制御における増圧制御および保持制御を実行する際には、左右輪について同時に実行することを特徴とする請求項2～4のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

【請求項6】 前記アシスト制御手段は、前記アシスト進入判断における緊急制動操作の実行判断は、車輪速度検出手段が検出する車輪速度に基づいて得られた疑似車体速度の変化勾配VIDおよびVIDの変化勾配VIDDが、それぞれについて設定された緊急制動判断値以下の場合にアシスト進入と判断し、

前記ぎりぎり制動検出手段は、前輪の平均車輪速度と後輪の平均車輪速度との差が予め設定された路面判断値よりも大きく、かつ、前記疑似車体速度の変化勾配VIDおよびVIDDが、それぞれ、前記緊

急制動判断値よりも小さなぎりぎり制動判断値以下の場合にぎりぎり制動と判断する構成であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

【請求項7】 前記アシスト制御手段は、低摩擦係数路と判断したときにはアシスト制御終了と判断し、一方、低摩擦係数路と判断しても前記ぎりぎり制動解消制御は実行することを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

【請求項8】 前記制動液圧変更手段として、運転者の制動操作に応じて制動液圧を発生させるマスタシリンダとホイールシリンダとを結ぶブレーキ配管の途中に設けられて、ホイールシリンダをマスタシリンダに接続した増圧状態とホイールシリンダをドレーン回路によりリザーバに接続させた減圧状態を形成可能な液圧制御弁が設けられ、

前記液圧制御弁は、非アンチスキッド制御時には増圧状態に維持され、またアンチスキッド制御時には、必要に応じ減圧状態と増圧状態とに切り替えられ、

前記リザーバおよびマスタシリンダからブレーキ液を吸入して、前記ブレーキ配管において前記液圧制御弁よりもマスタシリンダ側にブレーキ液を吐出するポンプが設けられ、

前記ブレーキ配管において、前記ポンプの吐出位置とマスタシリンダとの間にブレーキ配管を連通および遮断させるゲート弁が設けられ、

このゲート弁と並列に、ゲート弁よりもホイールシリンダ側がマスタシリンダ側よりも所定圧だけ高い状態を形成可能なリリーフ弁が設けられ、

前記ポンプ、ゲート弁およびリリーフ弁が、制動液圧変更手段として、アシスト制御時には、ゲート弁を閉じた状態でポンプを駆動させてブレーキ液をブレーキ配管に供給してホイールシリンダ圧をマスタシリンダ圧よりも所定圧だけ高圧に形成する作動を行うとともに、アシスト制御終了時には、ポンプの駆動を停止させてゲート弁を開弁させることによりホイールシリンダ圧を減圧する作動を行うことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のブレーキ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、運転者が制動操作を行ったときに、運転者による制動操作に対応する圧力よりも高い制動液圧を供給するアシスト制御を行とともに、制動時に車輪がロックするのを防止するべくブレーキ液圧を制御するいわゆるアンチスキッド制御（以下、ABS制御という）を実行するブレーキ制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、運転者が制動操作を行ったときに、自動的に制動力を増大させて運転者によるブレーキペダル踏み込み操作などの制動操作を補助するアシスト

制御を実行するブレーキ制御装置が、例えば、特開平10-152041号公報などにより知られている。この従来のブレーキ制御装置は、マスタシリンダ圧センサ、踏力センサ、ブレーキペダルストロークセンサ、前後Gセンサなどのセンサを用い、運転者による制動操作力を検知し、例えば操作速度などの操作力の変化が所定の基準値より上回っていた場合、緊急制動状態であると判断し、制動力を増大させるアシスト制御を行う構成となっていた。

【0003】また、従来、アシスト制御は、高摩擦係数路（以下、高 $\mu$ 路という）において実行され、低摩擦係数路（以下、低 $\mu$ 路という）やABS制御時には、車輪がロックし易いために中止するように構成されている。

【0004】アンチスキッド制御装置（以下、ABS制御装置という）は、制動時に車輪ロックを防止して車体挙動を安定させるようホイールシリンダ圧（制動液圧）を制御するものである。このようなABS制御装置は、一般に、車体速度と車輪速度の相対関係（いわゆるスリップ率）に応じて、制動液圧を高める増圧制御、制動液圧を減圧する減圧制御、制動液圧を一定に保つ保持制御、制動液圧を徐々に高める緩増圧制御などを実行する構成となっており、一般的には、車輪速度などに基づいて疑似車体速度 $V_I$ を求めるとともに、この疑似車体速度 $V_I$ を元に、減圧の基準となる減圧閾値 $\lambda_1$ を求め、車輪速度 $V_W$ が減圧閾値 $\lambda_1$ を下回るとABS制御の減圧を開始するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、氷雪路などの低 $\mu$ 路を走行しているときに制動操作を行う場合、運転者は車輪がロックしないようにじわじわとブレーキペダルを踏みがちである。ところが、このような軽い制動操作を行った場合、上述のような従来のABS制御装置において、特に、四輪駆動車にあっては、以下に述べるような問題が生じるおそれがあった。すなわち、四輪駆動車にあっては、前後輪が締結状態にあるため、4輪とも同時に減速する傾向にある。そこで、上述のようにじわじわと制動操作を行った場合、4輪とも実車体速度 $V_{car}$ よりも低い速度で減速するため、図11のタイムチャートに示すように、車輪速度 $V_W$ に基づいて形成する疑似車体速度 $V_I$ も実車体速度 $V_{car}$ よりも低い値となり（下ずり）、よって、疑似車体速度 $V_I$ に基づいて形成する減圧閾値 $\lambda_1$ も適正値よりも低い値となる（下ずり）。このため、車輪速度 $V_W$ が実車体速度 $V_{car}$ よりも低くなってロック傾向が強くなっても、スリップ率を判断する減圧閾値 $\lambda_1$ よりも低下せず、ABS制御による減圧制御が開始されずに、車輪のロック傾向がどんどん強くなってしまふおそれがある。このように、ABS制御による減圧が成されることなく4輪が同期して車輪速度が低下する状態を、本明細書では、「ぎりぎり制動状態」と称する。また、上記の問題は四輪駆

動車において顕著であるが、2輪駆動車においても発生することがある。

【0006】本発明は、上述の従来の問題に着目してなされたもので、4輪が揃って実際の車体速度よりも低下するぎりぎり制動状態を検出したときに、アシスト制御に基づいてこれを解消し、車輪のロック傾向が強くなるのを抑えてブレーキ制御装置の制御品質を向上させることを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するため、本発明は、運転者の制動操作に応じて発生する液圧よりも高圧の制動液圧をホイールシリンダに向けて供給可能であるとともに、ホイールシリンダの制動液圧を減圧および増圧可能な制動液圧変更手段と、運転者の制動操作に関連した入力信号に基づいてアシスト制御を実行するか否かのアシスト進入判断を行い、アシスト進入判断時には、前記ブレーキアシスト手段をアシスト作動させて運転者の制動操作に応じて発生する液圧よりも高圧の制動液圧をホイールシリンダに向けて供給するアシスト制御を実行するアシスト制御手段と、車両の制動に関連した入力信号に基づいて車輪のロック傾向が強くなったときには制動液圧を減圧して車輪のロックを防止するとともに、減圧後には増圧して制動を図るアンチスキッド制御を実行するアンチスキッド制御手段と、を備えたブレーキ制御装置において、低摩擦係数路における制動時に、全輪の車輪速度がアンチスキッド制御が実行されない範囲で車体速度よりも低下するぎりぎり制動を検出するぎりぎり制動検出手段を設け、前記アシスト制御手段は、ぎりぎり制動検出時に、少なくとも1輪についてブレーキアシスト制御による増圧を行うぎりぎり制動解消制御を実行することを特徴とする手段とした。

【0008】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のブレーキ制御装置において、前記アシスト制御手段は、ぎりぎり制動解消制御時には、前2輪と後2輪との一方について上述のブレーキアシスト制御による増圧を行い、加えて、前2輪と後2輪との他方については、液圧を保持させることを特徴とする手段とした。

【0009】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載のブレーキ制御装置において、前記前2輪と後2輪との一方が、前2輪であり、他方が後2輪であることを特徴とする手段とした。

【0010】請求項4に記載の発明は、請求項2に記載のブレーキ制御装置において、前記前2輪と後2輪との一方が後2輪であり、他方が前2輪であることを特徴とする手段とした。

【0011】請求項5に記載の発明は、請求項2～4のいずれかに記載のブレーキ制御装置において、前記ぎりぎり制動解消制御における増圧制御および保持制御を実行する際には、左右輪について同時に実行することを特徴とする。

【0012】請求項6に記載の発明は、請求項1～5のいずれかに記載のブレーキ制御装置において、前記アシスト制御手段は、前記アシスト進入判断における緊急制動操作の実行判断は、車輪速度検出手段が検出する車輪速度に基づいて得られた疑似車体速度の変化勾配VIDおよびVIDの変化勾配VIDDが、それぞれについて設定された緊急制動判断値以下の場合にアシスト進入と判断し、前記ぎりぎり制動検出手段は、前輪の平均車輪速度と後輪の平均車輪速度との差が予め設定された路面判断値よりも大きく、かつ、前記疑似車体速度の変化勾配VIDおよびVIDの変化勾配VIDDが、それぞれ、前記緊急制動判断値よりも小さなぎりぎり制動判断値以下の場合にぎりぎり制動と判断する構成であることを特徴とする手段とした。

【0013】請求項7に記載の発明は、請求項1～6のいずれかに記載のブレーキ制御装置において、前記アシスト制御手段は、低摩擦係数路と判断したときにはアシスト制御終了と判断し、一方、低摩擦係数路と判断しても前記ぎりぎり制動解消制御は実行することを特徴とする手段とした。

【0014】請求項8に記載の発明は、請求項1～7のいずれかに記載のブレーキ制御装置において、前記制動液圧変更手段として、運転者の制動操作に応じて制動液圧を発生させるマスタシリンダとホイールシリンダとを結ぶブレーキ配管の途中に設けられて、ホイールシリンダをマスタシリンダに接続した増圧状態とホイールシリンダをドレーン回路によりリザーバに接続させた減圧状態を形成可能な液圧制御弁が設けられ、前記液圧制御弁は、非アンチスキッド制御時には増圧状態に維持され、またアンチスキッド制御時には、必要に応じ減圧状態と増圧状態とに切り替えられ、前記リザーバおよびマスタシリンダからブレーキ液を吸入して、前記ブレーキ配管において前記液圧制御弁よりもマスタシリンダ側にブレーキ液を吐出するポンプが設けられ、前記ブレーキ配管において、前記ポンプの吐出位置とマスタシリンダとの間にブレーキ配管を連通および遮断させるゲート弁が設けられ、このゲート弁と並列に、ゲート弁よりもホイールシリンダ側がマスタシリンダ側よりも所定圧だけ高い状態を形成可能なリリーフ弁が設けられ、前記ポンプ、ゲート弁およびリリーフ弁が、制動液圧変更手段として、アシスト制御時には、ゲート弁を閉じた状態でポンプを駆動させてブレーキ液をブレーキ配管に供給してホイールシリンダ圧をマスタシリンダ圧よりも所定圧だけ高圧に形成する作動を行うとともに、アシスト制御終了時には、ポンプの駆動を停止させてゲート弁を開弁させることによりホイールシリンダ圧を減圧する作動を行うことを特徴とする手段とした。

【0015】

【発明の作用および効果】本発明によれば、ぎりぎり制動時において、少なくとも1輪についてブレーキアシス

ト制御による増圧を行うと、この車輪のロック傾向が他の輪よりも強くなり、ABS制御に誘導されて減圧が実行される可能性が極めて高くなる。このように減圧が実行されると、車輪速度が車体速度に復帰され、車輪速度に基づいて形成する疑似車体速度の精度が高くなってぎりぎり制動における疑似車体速度の「下ずり」、ならびに減圧閾値の「下ずり」が解消され、ぎりぎり制動状態が続いて全輪のロック傾向が強くなる不具合を解消できるという効果が得られる。この技術は、4輪が拘束される四輪駆動車において特に有効であるが、もちろん二輪駆動車にあっても有効である。

【0016】さらに、請求項2に記載の発明では、「ぎりぎり制動解消制御」時に、前2輪と後2輪の一方に対して増圧を行うことにより上述したようにABS制御に誘導されて、「ぎりぎり制動」による疑似車体速度の「下ずり」および減圧閾値の「下ずり」を解消して、前輪のロック傾向が強くなるのを解消することができるという効果に加え、前2輪と後2輪との他方に対して保持を行うことにより、この他方の輪にあつてはABS制御に誘導することなく制動力を確保して車両の安定性を高めることができるという効果が得られる。

【0017】請求項3に記載の発明にあつては、「ぎりぎり制動解消制御」時に、前2輪を増圧し、後2輪を保持させることで、請求項2に記載の発明と同様に制動力を確保しつつ「ぎりぎり制動」の解消を行うにあたり、相対的には前輪よりも後輪の方がロック傾向が弱く、「ぎりぎり制動解消制御」時における車両姿勢の安定性確保を図ることができるという効果が得られる。

【0018】次に、請求項4に記載の発明の作用効果について説明する。前輪駆動車あるいは前輪駆動をベースとした4輪駆動車にあつては、前輪がエンジンの慣性力（エンジンブレーキ）の影響を受けやすく、ABS制御に誘導して減圧が実行された際に、後輪と比較するとエンジン慣性力の分だけ車輪速度の復帰が迅速に行われな

30 い。このため、車輪速度が実車体速度に復帰しないおそれがある。それに対して、相対的に前輪よりも制動時における輪荷重が低い後輪に対してブレーキアシストによる増圧を行った場合には、相対的に車輪速度の実車体速度への復帰が迅速に行われる。したがって、請求項4に記載の発明では、請求項2に記載の発明と同様に制動力を確保しつつ「ぎりぎり制動」の解消を行うにあたり、車輪速度を確実に実車体速度に復帰させることができ、

40 よって、「ぎりぎり制動」を確実に解消することができる。

【0019】請求項5に記載の発明では、前2輪および後2輪に対して増圧や保持を行うにあつて、左右輪について同時に実行するため、左右輪で制動力差が生じず、車両の走行安定性を確保することができる。

【0020】また、請求項6に記載の発明にあつては、緊急制動操作が実行されたか否かの判断を、車輪速度に

に基づいて得られた疑似車体速度 $V_I$ の変化勾配 $V_{ID}$ および $V_{ID}$ 変化勾配 $V_{IDD}$ に基づいて行うようにし、運転者によるブレーキペダルの踏み込みといった運転者の制動操作それ自体ではなく、この操作による実際の疑似車体速度 $V_I$ の変化に基づいて緊急制動操作を判断しているため、緊急制動操作を瞬時にやめたり、緊急制動操作に近いが緊急制動操作ではない操作を行ったりした場合に、これを緊急制動操作と誤判断することが無くなり、運転者に違和感を与えることを無くして、制御品質の向上を図ることができるという効果が得られるとともに、この判断に踏力センサや加速度センサのような高価なセンサを不要としてコストダウンを図ることができる。

【0021】請求項7に記載の発明にあっては、運転者が緊急制動操作を行って、アシスト制御手段がアシスト進入判断を行ったとしても、この緊急制動操作を低 $\mu$ 路において行った場合には、アシスト制御終了と判断し、アシスト制御の実行前であれば、そのままアシスト進入判断がキャンセルされてアシスト制御が実行されず、また、アシスト制御の実行中であれば、即座に、アシスト制御が終了される。したがって、低 $\mu$ 路にあっては、緊急制動を行うと、アンチスキッド制御が実行されるが、このとき、ホイールシリンダ圧はアシストされないことからマスタシリンダ圧などの運転者の制動操作に応じて発生する液圧と同等となり、従来のように、ホイールシリンダ圧がアシストによりマスタシリンダ圧などの運転者の制動操作に応じて発生するよりも高くなることがない。よって、アンチスキッド制御により減圧が成される際に、ホイールシリンダ側と低圧側との差圧が従来よりも低くなるとともに、減圧が実行される頻度が抑えられ、作動音の発生が抑えられる。これにより、この作動音を原因として運転者に違和感を与えることが無いという効果が得られる。なお、この請求項7に記載の発明にあっては、低 $\mu$ 路判断時であっても、「ぎりぎり制動解消制御」は実行するから、低 $\mu$ 路において「ぎりぎり制動」を行ったことによる不具合である全車輪のロック傾向が強くなることは、解消することができる。

【0022】請求項8に記載の発明では、アシスト制御を実行する場合には、ポンプを駆動させるとともに、ゲート弁を遮断し、マスタシリンダとホイールシリンダとの連通を絶つ。したがって、ホイールシリンダ側のブレーキ液圧は、マスタシリンダ側よりもリリーフ弁により設定された差圧分だけ高圧になる。なお、この設定差圧よりもホイールシリンダ側が高圧になった場合には、リリーフ弁が開弁して、ブレーキ液がマスタシリンダ側に逃がされて、所定の差圧に保たれる。あるいは、ゲート弁を制御して所定開度あるいは所定時間だけ開弁させて所定の差圧を維持することも可能である。また、アシスト制御の終了時には、ポンプの駆動を停止させてブレーキ回路に向けたブレーキ液の供給を停止させるととも

に、ゲート弁を開弁させてホイールシリンダとマスタシリンダとを連通させる。したがって、ホイールシリンダのブレーキ液はマスタシリンダと同圧になる。

【0023】

05 【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0024】（実施の形態）図1は実施の形態のブレーキ制御装置におけるブレーキ配管図である。なお、本実施の形態は、四輪駆動車に適用されているものとする。

10 この四輪駆動車としては、常時4輪駆動のもの、あるいは常時4輪駆動であるが前後の駆動力配分を適宜変更するもの、あるいは選択的に2輪駆動状態と4輪駆動状態とに切り替えるものなど種々のタイプに適用することができる。図において、MCは運転者の制動操作に応じて液圧を発生するマスタシリンダでありブレーキペダルBPを踏み込むとブレーキ配管1、2を介してブレーキ液をホイールシリンダWCに向けて供給する周知のものである。

20 【0025】前記ブレーキ配管1、2はいわゆるX配管と呼ばれる接続構造となっている。すなわち、ブレーキ配管1は、左前輪のホイールシリンダWC（FL）と右後輪のホイールシリンダWC（RR）とを結び、ブレーキ配管2は、右前輪のホイールシリンダWC（FR）と左後輪のホイールシリンダWC（RL）とを結ぶよう構成されている。

25 【0026】前記ブレーキ配管1、2のそれぞれの途中には、特許請求の範囲のゲート弁としてのアウト側ゲート弁3が設けられている。このアウト側ゲート弁3は、ブレーキ配管1、2の連通・遮断を切り替える常開のソレノイド弁である。このアウト側ゲート弁3にあっては、図外の弁体がスプリングなどの付勢手段により全開方向に付勢され、また、図外のコイルに通電した際には、発生した吸引力により弁体が付勢力に抗して全閉方向に移動する構成となっている。前記アウト側ゲート弁3には、マスタシリンダMC側（以下、これを上流とい

30 う）からホイールシリンダWC側（以下、これを下流という）へのブレーキ液の流通のみを許容する一方弁3aが並列に設けられているとともに、アウト側ゲート弁3の下流が上流よりも予め設定された一定圧（例えば、4MPa）だけ高くなるのを許容するリリーフ弁3bが設けられている。

35 【0027】また、前記ブレーキ配管1、2において、アウト側ゲート弁3の下流にはソレノイド駆動の常開のON・OFF弁からなる増圧弁5が設けられ、さらに、この増圧弁5よりも下流位置とリザーバ7とを結ぶリターン通路10の途中にはソレノイド駆動の常閉のON・OFF弁からなる減圧弁6が設けられている。なお、これらの増圧弁5および減圧弁6が特許請求の範囲の液圧制御弁に相当し、かつ制動液圧変更手段においてホイールシリンダWCの制動液圧を減圧および増圧可能な部分

40

45

50

に相当する。

【0028】さらに、前記ブレーキ配管1、2には、ポンプ4が接続されている。このポンプ4は、アシスト制御時のブレーキ液圧源となるとともに、アンチスキッド制御を実行したときの戻しポンプを兼ねるものである。このポンプ4は、モータ8により作動するプランジャポンプであり、吸入回路4aを介してリザーバ7に接続され、このリザーバ7は吸入回路4bを介してブレーキ配管1、2においてアウト側ゲート弁3よりも上流の位置に接続されている。一方、吐出回路4cが、前記ブレーキ配管1、2において、前記アウト側ゲート弁3と増圧弁5との間の位置に接続されている。また、リザーバ7には、その内部に貯留されたブレーキ液の量に連動して、所定量を超えたブレーキ液が貯留された場合には、ポンプ4作動したときに吸入回路4b側からの吸入を妨げてリザーバ7内部のブレーキ液を優先して吸入するようにする切替弁7aが設けられている。

【0029】上述したアウト側ゲート弁3、増圧弁5、減圧弁6およびモータ8（ポンプ4）の作動は図2に示すコントロールユニット11により制御される。このコントロールユニット11は、車輪速センサ12ならびにブレーキランプスイッチ13に接続され、これらからの入力に基づいて後述するアンチスキッド制御ならびにアシスト制御を実行するものであり、特許請求の範囲のアンチスキッド制御手段ならびにアシスト制御手段に相当する。なお、車輪速センサ12は、各車輪毎に設けられて各車輪の回転速度に応じた周波数の信号を出力するセンサである。また、ブレーキランプスイッチ13は、運転者がブレーキペダル（図示省略）を踏み込んだときに図外のブレーキランプを点灯させるために投入される既存の周知のスイッチである。

【0030】アンチスキッド制御は、周知の制御であり、これを簡単に説明すると、本実施の形態では、車輪速センサ12からの入力に基づいて制動時の車輪ロックを判断し、車輪がロックしそうな状態になったら、ホイールシリンダ圧を減圧させて車輪ロックを回避した後、その対象となる車輪の車輪速が、車体速よりも所定値だけ低い、制動に最も有効な速度となるように適宜、減圧・保持・増圧を行うものである。このアンチスキッド制御における減圧・保持・増圧を行うにあたり、図9の作動説明図に示すように、減圧の場合は、増圧弁5を閉弁させるとともに減圧弁6を開弁させ、保持の場合は、両弁5、6を閉弁させ、増圧の場合は、増圧弁5を開弁させるとともに減圧弁6を閉弁させることにより行う。また、減圧の際には、ホイールシリンダWCのブレーキ液がリザーバ7に逃がされるが、このリザーバ7に溜まったブレーキ液は、ポンプ4の作動に基づいて随時ブレーキ配管1、2に戻される。

【0031】また、アシスト制御は、運転者が緊急制動操作を行ったときに、ホイールシリンダ圧をマスタシリ

ンダ圧よりも高圧にして、運転者の制動操作をアシストするものである。このアシスト制御時には、アウト側ゲート弁3を閉弁させてブレーキ配管1、2を遮断させ、かつ、モータ8を駆動させてポンプ4によりブレーキ配管1、2においてアウト側ゲート弁3よりも上流のブレーキ液を吸入してアウト側ゲート弁3よりも下流にブレーキ液を供給する。そうすると、リリーフ弁3bの機能に基づいて、アウト側ゲート弁3の下流、すなわちホイールシリンダWCはマスタシリンダ側よりも所定圧だけ高い状態に維持される。また、このときアウト側ゲート弁3の下流が所定圧を超えて高くなれば、基本的にはリリーフ弁3bが開弁して下流のブレーキ液を上流に逃がす。このように、ホイールシリンダ圧がマスタシリンダ圧よりも所定圧だけ高くなって、運転者の制動操作に応じた制動力よりも高い制動力が発生する。

【0032】また、アシスト制御を終了する際には、モータ8を停止させるとともにアウト側ゲート弁3を開弁させ、これによりホイールシリンダ圧をマスタシリンダ圧と等しくするものであるが、その詳細について後述する。前記ポンプ4、アウト側ゲート弁3およびリリーフ弁3bが、制動液圧変更手段において運転者の制動操作に応じて発生する液圧よりも高圧の制動液圧をホイールシリンダWCに向けて供給する部分に相当する。

【0033】次に、コントロールユニット11によるアシスト制御の流れについて図3により説明する。まず、ステップ101では、コントロールユニット11において、アンチスキッド制御を実行する部分からアシスト制御を実行する部分に向けて車輪速関係の信号を出力する。なお、この信号の詳細については後述する。ステップ102では、上記アンチスキッド制御部分から出力された車輪速関係の信号の読み込みを行う。続くステップ103では、アシスト制御を実行するか否かの判断であるアシスト進入判断を行う。このアシスト進入判断の詳細については後述する。ステップ104では、アシスト制御を終了または中止するか否かの判断である、アシスト離脱判断を行う。なお、このアシスト離脱判断の詳細については後述する。ステップ105では、ステップ103のアシスト進入判断結果およびステップ104のアシスト離脱判断結果に基づいてアウト側ゲート弁3およびモータ8の駆動制御を行う。

【0034】次に、まず、ステップ101の詳細、すなわちアンチスキッド制御を実行する部分における車速関係の信号の処理について図4のフローチャートにより説明する。ステップ201では、各車輪速センサ12からの入力に基づいて求めた車輪速度VW\_FR、VW\_FL、VW\_RR、VW\_RLを、ブレーキランプスイッチ13からブレーキランプ信号BLSを、アンチスキッド制御を実行している部分からアンチスキッド作動中信号ASを読み込む。なお、ブレーキランプ信号BLSは、図外のブレーキペダルを踏み込んだときに=1とな



り、踏み込んでいない状態では=0となる。また、アンチスキッド作動中信号ASは、アンチスキッド制御が実行されていない時は=0となり、アンチスキッド制御の実行中は=1となるものである。

【0035】次に、ステップ202では、疑似車体速度VIを形成する。この実施の形態では、4輪の車輪速度のうちで最も高い値（セレクトハイ）あるいは、2番目に高い値（セレクトセカンド）を、疑似車体速度VIとする。続く、ステップ203では、疑似車体速度変化勾配VIDを、 $VID = VI_{10} - VI$ の演算により形成する。ここで、 $VI_{10}$ は、10サイクル前の制御サイクルにおける疑似車体速度VIであり、すなわち、疑似車体速度変化勾配VIDは、疑似車体速度VIDの今回の値と10サイクル前の値との差に基づいて形成する。次に、ステップ204では、VID変化勾配VIDDを、 $VIDD = VID_3 - VID$ の演算により求める。このVID変化勾配は、3サイクル前の疑似車体速度変化勾配VID<sub>3</sub>と今回のサイクルの疑似車体速度変化勾配VIDとの差に基づいて形成する。

【0036】ステップ205では、各輪のスリップ率S<sub>FR</sub>、S<sub>FL</sub>、S<sub>RR</sub>、S<sub>RL</sub>を、疑似車体速度VIと、各輪の車輪速度VW<sub>FR</sub>、VW<sub>FL</sub>、VW<sub>RR</sub>、VW<sub>RL</sub>との差に基づいて形成する。他のスリップ率の形成方法としては、前輪の場合は $(VI - VW) / VI$ 、後輪の場合は $(VWFR - VWRR) / VI$ 、もしくは $(VWFR - VWRR) / VFR$ としてもよい。ここでFRは、前輪の平均車輪速度あるいは前輪のいずれか1輪の車輪速度を示しRRは、後輪の平均車輪速度あるいは後輪のいずれか1輪の車輪速度を示す。続くステップ206では、各データを保管する。すなわち、疑似車体速度VI<sub>1</sub>、VI<sub>2</sub>、VI<sub>3</sub>、VI<sub>4</sub>、VI<sub>5</sub>、VI<sub>6</sub>、VI<sub>7</sub>、VI<sub>8</sub>、VI<sub>9</sub>、VI<sub>10</sub>、疑似車体速度変化勾配VID<sub>1</sub>、VID<sub>2</sub>、VID<sub>3</sub>、ブレーキランプスイッチ信号BLS<sub>1</sub>、アンチスキッド作動中信号AS<sub>1</sub>を、それぞれ、最新値に更新する。

【0037】次に、図3のステップ102における読み込み処理を図5のフローチャートにより詳細に説明する。ステップ301で、上述したアンチスキッド制御を実行する部分からの各信号、すなわち車輪速度VW<sub>FR</sub>、VW<sub>FL</sub>、VW<sub>RR</sub>、VW<sub>RL</sub>や疑似車体速度VIや疑似車体速度変化勾配VIDやVID変化勾配VIDDや各輪のスリップ率S<sub>FR</sub>、S<sub>FL</sub>、S<sub>RR</sub>、S<sub>RL</sub>やブレーキランプスイッチ信号BLSやアンチスキッド作動中信号ASを読み込み、続くステップ302で、初期値設定を行う。なお、この初期値設定では、アンチスキッド制御部から読み込んだ信号以外の全ての値を0に設定する。

【0038】次に、図3のステップ103のアシスト進入判断を、図6および図7のフローチャートに基づいて

詳細に説明する。まず、ステップ401では、アシスト作動信号PA\_ONが0か否か、すなわちアシスト制御非実行中であるか否かを判断し、YESすなわち非実行中はステップ402に進み、NOすなわち実行中は図8のステップ601に進んで、離脱判断を行う。ステップ402では、アンチスキッド作動中信号ASが0であるか否か、すなわちアンチスキッド制御が非実行中であるか否かを判断し、YESすなわちアンチスキッド制御非実行中はステップ403に進み、NOすなわちアンチスキッド制御実行中はステップステップ601に進んで、離脱条件判断を行う。

【0039】ステップ403では、疑似車体速度変化勾配VIDが予め設定された緊急制動判断値m\_vid（例えば、m\_vid=-0.6g）以下であるか否か、すなわち十分に減速が成されているか否かを判断し、YESすなわちm\_vid以下であって十分に減速が成されているときにはステップ404に進み、NOすなわちm\_vidよりも大きく十分に減速が成されていないときにはステップ411へ進んで、ぎりぎり制動判断を行う。ステップ404では、VID変化勾配VIDDが緊急制動判断値m\_vidd（例えば、m\_vidd=-6g/s）以下であるか否か、すなわち緊急制動操作が成された可能性が高いか否かを判断して、YESすなわちVID変化勾配VIDDがm\_vidd以下で緊急制動操作が成された可能性が高いと判断した場合にはステップ405に進み、NOすなわちVID変化勾配VIDDが-6g/sよりも大きく緊急制動操作が成された可能性が低いと判断した場合にはステップ411へ進んで、ぎりぎり制動判断を行う。このステップ403と404は、緊急制動操作（パニックブレーキ操作）の一次判断を行うものであり、十分に減速が行われ、かつ、そのときの変化率が大きく緊急制動操作が成されている可能性が高いと判断したら、以下のスリップ率判断に進むものである。この緊急制動操作判断である一次判断は、本実施の形態にあつては、疑似車体速度変化勾配VIDおよびVID変化勾配VIDDに基づいて行っているが、ブレーキペダル（これに代わる制動操作手段を含むものである）のストローク量の絶対値およびその勾配、マスタシリンダ圧の絶対値およびその勾配、ブレーキペダル踏力の絶対値およびその勾配により判断することも可能である。

【0040】次のステップ405および406は、前輪のスリップ率が予め設定されている前輪用スリップ閾値である2%以上であるか否かを判断し、YESすなわち左右前輪のスリップ率S<sub>FR</sub>、S<sub>FL</sub>が両方とも前輪用スリップ閾値2%以上であればステップ407に進み、NOすなわち左右前輪のスリップ率S<sub>FR</sub>、S<sub>FL</sub>の少なくとも一方が2%未満であればステップ411へ進んで、ぎりぎり制動判断を行う。ステップ407および408では、後輪のスリップ率が予め設定されて

いる後輪用スリップ閾値である1%以上であるか否か判断し、YESすなわち左右後輪のスリップ率 $S\_RR$ 、 $S\_RL$ がいずれも後輪用スリップ閾値1%以上である場合には、アシスト制御に進入すべくステップ409に進み、NOすなわち左右後輪のスリップ率 $S\_RR$ 、 $S\_RL$ の少なくとも一方が後輪用スリップ閾値1%未満であればステップ411へ進んで、ぎりぎり制動判断を行う。これらステップ405～408におけるスリップ率判断は、緊急制動であるか否かの二次判断であり、これらスリップ閾値2%および1%は、搭載車両について実験を繰り返すことにより求めたものであり、このスリップ閾値は、搭載車両に応じて最適値を設定するものである。また、前後全ての車輪のスリップ率を判断閾値と比較することは必須ではなく、前2輪のみの判断、すなわちステップ405および406のみの判断としてもよい。あるいは、フィードフォワード的に緊急制動状態を判断するには、後2輪のみについてスリップ率判断を行うようにしてもよい。

【0041】ステップ409では、疑似車体速度 $VI$ が $10\text{ km/h}$ 以上のアシスト制御が必要な速度以上であるか否か判断し、 $VI \geq 10\text{ km/h}$ の場合はステップ410に進んで、アシスト制御を実行するとして、アウト側ゲート弁3に対するゲート弁信号 $G\_OUT$ を=1にセットし、モータ8の駆動信号 $MOTOR\_ON$ を=1にセットし、アシスト制御を実行することを意味するアシスト信号 $PA\_ON$ を1にセットし、アシスト制御を実行する時間を管理するアシストタイマ $PA\_T$ を=100にセットする。なお、このアシストタイマ $PA\_T$ のカウント時間は、アシスト制御の実行が必要な最大時間に設定されているものであり、本実施の形態では、 $180\text{ km/h}$ から極低速まで減速することが可能な時間を基準に設定している。

【0042】すなわち、本実施の形態では、アシスト進入判断を行うにあたって、アシスト制御ならびにアンチスキッド制御を実行していない状態において、まず、疑似車体速度変化勾配 $VID$ および $VID$ 変化勾配 $VIDD$ に基づいて運転者が緊急制動操作を行っているか否か判断する一次判断を行い、さらに、4輪のスリップ率に基づいてすなわち実際の車両挙動が緊急制動を示しているか否かに基づいて二次判断を行い、両判断において緊急制動と判断された場合に、最終的にアシスト進入判断が成される。また、一次判断と二次判断とのいずれか一方において緊急制動と判断されない場合は、ステップ411以降のぎりぎり制動判断を行う。

【0043】次に、図7によりぎりぎり制動判断の処理流れを説明する。まず、ステップ411において、前輪の車輪速度 $VWFR$ 、 $VWFL$ の平均値である前輪平均速度 $AVE\_F$ 、および後輪の車輪速度 $VWRR$ 、 $VWRL$ の平均値である後輪平均速度 $AVE\_R$ を算出する。次のステップ412では、前後の平均速度 $AVE\_F$ 、 $AVE\_R$ の差である前後車輪速度差 $DIF\_F\_R$ を算出する。

【0044】次に、ステップ413では、前後車輪速度差 $DIF\_F\_R$ が、 $\mu$ 判断閾値（この実施の形態の場合、 $2\text{ km/h}$ ）以上であるか否か判断する。すなわち、四輪駆動車にあっては、制動時に前後輪で速度差が生じがたいものであり、特に、高 $\mu$ 路にあっては、この前後の車輪速度差は小さい。それに対して低 $\mu$ 路にあっては、輪荷重の差などにより前後でロック傾向の強さが異なることから4輪駆動車とはいえども前後の車輪速度差が大きくなる。したがって、前後車輪速度差 $DIF\_F\_R$ が、 $\mu$ 判断値（この実施の形態の場合、 $2\text{ km/h}$ ）以上であれば低 $\mu$ 路と判断して、ステップ414に進み、さらにぎりぎり制動判断を行う。

【0045】次のステップ414と415では、疑似車体速度変化勾配 $VID$ と $VID$ 変化勾配 $VIDD$ に基づいて判断を行う。すなわち、ステップ414では、疑似車体速度変化勾配 $VID$ が予め設定されたぎりぎり制動判断値 $m\_vid4$ （例えば、 $m\_vid4 = -0.3\text{ g}$ ）以下であるか否か、すなわち低 $\mu$ 路におけるぎりぎり制動と判断できるだけの極めて小さな値よりも小さいか否か判断し、YESすなわち $VID \leq m\_vid4$ の場合には、さらに、ステップ415に進んで、 $VID$ 変化勾配 $VIDD$ が予め設定されたぎりぎり制動判断値 $m\_vidd4$ （例えば、 $m\_vidd4 = -3\text{ g/s}$ ）以下であるか否か判断し、YESすなわち $VIDD \leq m\_vidd4$ 以下の場合には、ぎりぎり制動と判断してステップ416に進む。

【0046】これらステップ413、414、415において、ぎりぎり制動と判断した場合には、まず、ステップ416において、疑似車体速度 $VI$ が十分に安全な低速（例えば、 $10\text{ km/h}$ ）以上でアシスト制御が必要であるか否か判断し、この速度以上の場合、ステップ417において、ぎりぎり制動解消制御に伴うアシスト制御を実行するとして、アウト側ゲート弁3に対するゲート弁信号 $G\_OUT$ を=1にセットし、後輪の増圧弁5をONとする後輪保持信号 $SOL\_RR$ =1にセットし、モータ8の駆動信号 $MOTOR\_ON$ を=1にセットし、アシスト制御を実行することを意味するアシスト信号 $PA\_ON$ を1にセットし、アシスト制御を実行する時間を管理するアシストタイマ $PA\_T$ を=100にセットする。このステップ417および前述のステップ410における各弁3、5、6およびモータ8に対するセット状態に基づいて、その後のステップ105において実際の駆動制御が実行される。ここで、ステップ417のセットが成された場合には、アシスト制御（ぎりぎり制動解消制御）の実行により、前輪にあっては増圧弁5および減圧弁6がOFF状態であるため、ポンプ4からのブレーキ液の供給により増圧され、後輪にあっては増圧弁5がONとなって、増圧弁5および減圧弁6が閉

弁されて保持される。

【0047】以上説明したステップ411～415が、特許請求の範囲のぎりぎり制動検出手段に相当し、ステップ416、417およびこれらの処理に基づいてステップ105の駆動制御を行う部分が、特許請求の範囲のぎりぎり制動解消制御に相当する。

【0048】次に、図3のステップ104におけるアシスト離脱判断について図8のフローチャートに基づいて詳細に説明する。ステップ601では、アシスト信号 $PA\_ON$ が1にセットされてアシスト進入判断が成されている、あるいはアシスト制御の実行中であるか否か判定し、 $PA\_ON=1$ の場合はステップ602に進み、 $PA\_ON \neq 1$ すなわち $=0$ の場合は、この判断を終了してステップ105に進む。ステップ602および603では、今回のサイクルでアンチスキッド制御が終了したか否かを判定する。すなわち、ステップ602において、1サイクル前のアンチスキッド作動中信号 $AS\_1$ が1にセットされているか否か判定し、さらにステップ603に進んで、今回のサイクルでアンチスキッド作動中信号 $AS$ が0にリセットされているか否か判定する。このステップ602と603との両方でYESと判定された場合、アンチスキッド制御が終了したものであり、この場合、ステップ604に進んで、終了処理を実行する。また、ステップ602と603のいずれかでNOと判定された場合は、ステップ605に進む。

【0049】ステップ605では、アシストタイマ $PA\_T$ が0までカウントダウン（デクリメント）されたか否か、すなわち超高速からの制動でも確実に停止できるだけの時間が経過したか否か判定し、YESすなわち $PA\_T=0$ の場合はステップ604の終了処理に進み、NOすなわち $PA\_T \geq 1$ の場合はステップ606に進む。

【0050】次に、ステップ606では、疑似車体速度変化勾配 $VIK$ が $0.5g$ 未満であるか否か、すなわち低 $\mu$ 路であるか否か判断し、YESすなわち $VIK \leq 0.5g$ であって低 $\mu$ 路と判断した場合はステップ604の終了処理に向かい、NOすなわち $VIK > 0.5g$ であって高 $\mu$ 路判断を行った場合はステップ607の速度判断に進む。ちなみに、疑似車体速度変化勾配 $VIK$ は、基本的には、疑似車体速度 $VI$ の時間あたりの変化に基づいて計算されるが、一般に、制動開始後のアンチスキッド制御の1サイクル目には、車輪速度が実車体速度よりも低下している可能性があるため、アンチスキッド制御にあつては、予め設定された推定値を用いる。また、アンチスキッド制御の2サイクル目以降では、減圧により車輪速度 $VW$ が疑似車体速度 $VI$ に復帰するか、あるいはこの復帰後に増圧により再び車輪速度 $VW$ が疑似車体速度 $VI$ から離れたときに、この時点と制動開始時の疑似車体速度 $VI$ とを結んで形成する。また、この低 $\mu$ 路判断は、アシスト制御の離脱判断のみならず、図

3のステップ103のアシスト作動進入判断に組み込んでもよい。この場合は、4輪もしくは左右2輪のそれぞれの車輪速度の減速度を監視して、監視の対象となる車輪の減速度が共に低 $\mu$ 路であると判断できる閾値（例えば、 $3.0G$ 以上の減速度）を超えた場合にアシスト制御をキャンセルする。

【0051】ステップ607では、疑似車体速度 $VI$ が $10km/h$ 以下であるか否か、すなわち車両挙動が安定した低速であるか否か判断し、YESすなわち $VI \leq 10km/h$ の場合は、ステップ604の終了処理に進み、NOすなわち $VI > 10km/h$ の場合はステップ608に進む。ステップ608では、ブレーキランプ信号 $BL S$ に基づいて今回の制御サイクルにおいて制動操作を終了したか否か判断するものであつて、これを前回の制御サイクルのブレーキランプ信号 $BL S\_1=1$ かつ今回の制御サイクルのブレーキランプ信号 $BL S=0$ であるか否かで判断し、YESすなわち制動操作を終了した場合はステップ604の終了処理に進み、NOの場合はステップ609に進んで、疑似車体速度変化勾配 $VID$ が予め設定された終了判断値（例えば、 $-0.4g$ ）以上であるか否か判断し、終了判断値以上の場合は、ステップ604の処理に進み、終了判断値未満の場合はステップ610に進んで、アシストタイマ $PA\_T$ のカウントダウンを行い、終了判断を終了して、図3のステップ105に進む。なお、ここで、アシストタイマ $PA\_T$ の下限値は0とするもので、すなわちカウントダウンは $PA\_T=0$ となった時点で終了する。

【0052】ステップ604の終了処理では、モータ8の駆動信号を0にリセットし、ブレーキアシスト信号 $PA\_ON=0$ にリセットし、さらに、アウト側ゲート弁3に対して、終了作動を行う処理を行う。このアウト側ゲート弁3の終了処理は、ゲート弁信号 $G\_OUT$ の出力を、 $10ms$ 中において $5ms=0$ 、 $5ms=1$ を10回出力する動作を10回繰り返して、 $100ms$ 後に終了するものである。このステップ604の終了処理を実行した後、ステップ105に進む。

【0053】すなわち、ステップ104の離脱判断処理にあつては、アンチスキッド制御を終了したとき、アシストタイマ $PA\_T$ が0までカウントダウンされたとき、低 $\mu$ 路と判断されたとき、疑似車体速度 $VI$ が $10km/h$ 以下まで低下したとき、制動操作が解除されたとき、疑似車体速度変化勾配 $VID$ が $-0.4g$ 以上となったとき、のいずれかのときには、アシスト制御を終了すると判断するものである。

【0054】次に、実施の形態の作動を説明する。

イ) 緊急制動操作時の基本作動

運転者が緊急制動操作を行った場合、本実施の形態にあつては、まず、アンチスキッド制御を実行しているか否か判断して（ステップ402）、アンチスキッド制御が成されている場合には、アシスト制御は実行しない。す

なわち、アンチスキッド制御が実行されている場合というのは、必要最大限の制動力が発生していることを示し、制動力を補助する必要はないため、アシスト制御を実行しないものである。

【0055】次に、ステップ403および404により、実際に発生した疑似車体速度変化勾配VIDの絶対値およびその変化勾配VIDDに基づいて、運転者が緊急制動操作を行ったか否かの一次判断を行う。ここで、 $VID \leq m\_vid$ かつ $VIDD \leq m\_vidd$ の場合、緊急制動操作を行ったと一次判断され、さらに、各車輪のスリップ率とスリップ閾値との変化に基づく二次判断を行う(ステップ405~408)。ここで、前輪のスリップ率 $S\_FR$ 、 $S\_FL$ のいずれもが前輪スリップしきい値2%以上であり、かつ、後輪のスリップ率 $S\_RR$ 、 $S\_RL$ のいずれもが後輪スリップ閾値1%以上である場合、実際の車両挙動が緊急制動状態を示していると判断され、疑似車体速度VIが、アシスト制御が必要な10km/h以上の場合、アシスト進入判断が成され、ステップ410におけるアシスト制御を実行する。

【0056】このアシスト制御時には、前述したようにアウト側ゲート弁3が閉弁されるとともに、モータ8が駆動されてポンプ4からブレーキ配管1、2に向けてブレーキ液が供給され、ブレーキ配管1、2においてアウト側ゲート弁3よりも下流にブレーキ液が供給されることから、全ホイールシリンダ圧がマスタシリンダ圧よりも上昇する。この時の上昇圧は、リリーフ弁3bにより決定され、マスタシリンダ圧よりも一定圧だけ高い状態となる。ちなみに、この時、増圧弁5と減圧弁6は、それぞれOFF状態となっており、前者は開弁、後者は閉弁している。

【0057】このように、本実施の形態では、車輪速センサ12からの入力のみに基づいてアシスト制御を実行するか否かの判断であるアシスト進入判断を行う。このアシスト進入判断は、運転者が緊急制動操作を行ったか否かを判断する一次判断と、実際に車両が緊急制動状態となっているか否かを判断する二次判断とにより判断する。そして、この判断において、一次判断は、従来のようにブレーキ操作力の変化により行うものではなく、車輪速度に基づいて疑似車体速度VIの変化に基づいて行うため、運転者が緊急制動操作を瞬時に止める操作を行って、実際に車体速度の変化が生じないような緊急制動操作を行った場合、これを緊急制動操作と判断することが無い。

【0058】さらに、その後の二次判断にあつては、スリップ判断に基づいて、実際に車輪にかかっているブレーキ力の車両側応答結果に基づく判断を行っている。この車輪スリップ率の判断は、色々な路面毎に変化する路面摩擦係数に応じて、挙動不安定状態、すなわちアンチスキッド制御が入るところまでアシスト制御を行ってよ

いか否かを自動的に検知できる特性がある。例えば、高μ路では、通常ブレーキではスリップは発生せず、とっさの急ブレーキ(緊急制動)状態では微少のスリップが発生するし、低μ路では運転者が緊急と感じない程度の制動であっても、アンチスキッド制御を行った方が望ましいスリップ状態となる。したがって、一次判断に加えてスリップ率に基づく二次判断を行うことで、運転者にとって必要な場面でのみ、アシスト制御を実行することができるという効果を得ることができる。加えて、上述のように、車輪速センサ12からの入力のみに基づいてアシスト制御を実行するか否かの判断を行うことができるため、安価な構成とすることができる。

【0059】また、車両旋回中の制動は、車輪に作用する荷重が左右で相違し、特に旋回内輪にあつてはその荷重が低いので、早期にスリップが生じる傾向にある。したがって、左右輪のうち一方の輪のスリップ率のみでアシスト進入を判断すると、前記左右輪の荷重の相違に起因してアシスト進入の誤判断のおそれがある。ところが本実施の形態では、ステップ405からステップ408に記載されているとおり、左右輪のスリップ率のいずれもが所定のスリップ率に達したことに基づいてアシスト進入判断を行っているため、前記アシスト進入判断の誤判断を有利に解決することができる。

【0060】ロ) 低μ路緊急制動操作時

運転者が緊急制動を行ったときに、低μ路を走行している場合には、上述のアシスト進入判断が成されて、一旦、アシスト制動を行うと判断されたり、あるいはアシスト制御を実行されたりしていても、その後の、アシスト離脱判断において、ステップ606でNOと判断されてアシスト終了処理が実行される。

【0061】すなわち、低μ路にあつては、緊急制動を行っても、アシスト制御が必要なのはアンチスキッド制御が実行されるまでの僅かな間である。つまり、低μ路にあつては、緊急制動を行った場合、アシスト制御の有無に関わらずホイールシリンダ圧が低μ路において必要な圧力よりも高くなり、アンチスキッド制御が実行されて、減圧されることになり、アシスト制御が不要となる。従来技術にあつては、低μ路でもアシスト制御を実行しているが、その場合、アウト側ゲート弁3およびリリーフ弁とホイールシリンダWCとの間が高圧になるため、この状態でアンチスキッド制御が実行されると、減圧弁6を挟んだ上下の圧力差が大きくなる。また、この場合には、ホイールシリンダ圧が低μ路において必要な圧力よりも高くなるため、減圧弁6を頻繁に開弁して減圧する必要があり、このように頻繁に減圧を行った場合、液圧差に基づいて頻繁に作動音が発生し、運転者に不快感を抱かせる可能性がある。そして、この作動音の発生を防止するには、高価な脈動ダンパなどのデバイスを必要とし、コスト増となる。

【0062】それに対して、本実施の形態では、低μ路

にあつては、アシスト制御をキャンセルするようにしているため、ホイールシリンダ圧が不必要に高圧になることが無く、よって、これを頻繁に減圧することなくなくなり、コストアップすることなく作動音の発生を防止して、運転者に違和感を与えることを無くすることができ、制御品質の向上を図ることができる。また、低 $\mu$ 路判断を図3のステップ103のアシスト作動進入判断に組み込んだ場合には、アシスト制御前に低 $\mu$ 路判断が成されて、低 $\mu$ 路の判断時には確実にアシスト制御を中止させることができる。

#### 【0063】ハ) 高 $\mu$ 路緊急制動操作時

高 $\mu$ 路では、制動力を最大限有効に作用させるためには、強い制動力が必要である。そこで、緊急制動による緊急回避を最優先に考えた場合、高 $\mu$ 路にあつては、車両速度が低速となるまでは、アシスト制御中にアンチスキッド制御域に達してアンチスキッド制御が実行されたとしても、アシスト制御は続行させた方が望ましい。そこで、本実施の形態では、高 $\mu$ 路にあつては、アンチスキッド制御が終了するか(ステップ601→602→603→604の流れ)、疑似車体速度 $V_I$ が10km/h以下となる(ステップ606→607→604)かするまで、アシスト制御を続行する。

#### 【0064】ニ) ぎりぎり制動時

図10のタイムチャートは、低 $\mu$ 路において、運転者がじわじわと制動操作を行って、全輪の車輪速度 $V_W$ が実車体速度 $V_{car}$ よりも低下しているのにABS制御が成されない「ぎりぎり制動」が成された場合の一例を示している。すなわち、氷雪路のような低 $\mu$ 路において、図10の $t_1$ で示す時点から運転者がじわじわと制動を行い、ホイールシリンダ圧 $W/C$ がじわじわと上昇した結果、四輪駆動車では前後輪が拘束されていることから、全輪の車輪速度 $V_w$ が実際の車体速度 $V_{car}$ よりも同期して低下し(これを下ずりと称する)、これに伴って車輪速度 $V_w$ に基づいて形成する疑似車体速度 $V_I$ も実際の車体速度 $V_{car}$ よりも低下するとともに、この疑似車体速度 $V_I$ に基づいて形成する減圧閾値 $\lambda_1$ も最適値よりも低下した場合を示している。

【0065】この時、低 $\mu$ 路における制動であるため、前輪の平均速度 $AVE\_F$ が後輪の平均値 $AVE\_R$ よりも小さな値となって、その差である前後車輪速度差 $DI\_F\_R$ が $\mu$ 判断閾値を超え、それに加えて、疑似車体速度変化勾配 $VID$ およびその変化勾配 $VIDD$ 、それぞれのぎりぎり制動判断値 $m\_vid4$ 、 $m\_vid4$ よりも小さくなった時点 $t_2$ で、「ぎりぎり制動」と判断して、前輪についてアシスト制御による増圧を行うとともに、後輪について保持を行うぎりぎり制動解消制御(ステップ417)を実行する。

【0066】したがって、前輪の車輪速度 $V_W$ が低下して減圧閾値 $\lambda_1$ よりも低下し、ABS制御による減圧が実行されることになり、前2輪の車輪速度 $V_W$ が実車体

速度 $V_{car}$ に復帰し、これに基づく疑似車体速度 $V_I$ も実車体速度 $V_{car}$ に近い値に復帰し、4輪全輪の車輪速度 $V_W$ が同期低下してロック傾向に向かう不具合を防止することができる。なお、このぎりぎり制動解消制御に基づくアシスト制御も、通常のアシスト制御と同様の終了判断に基づいて終了される。

#### 【0067】ホ) アシスト制御終了時

アシスト制御の終了は、基本的には、疑似車体速度 $V_I$ が10km/hの低速となるか(ステップ607)、運転者が制動操作を終了してブレーキランプスイッチ13の出力が=1から=0に変化すると(ステップ608)、ステップ604の終了処理に進んで、制御を終了する。また、アシスト制御の開始後に、超高速からでも停止できるだけの十分な時間が経過した場合も、アシスト制御を終了する(ステップ605→604)。なお、上述したように、低 $\mu$ 路判断時、アンチスキッド制御の終了時、および疑似車体速度変化勾配 $VID$ が-0.4g以上となったときにもアシスト制御を終了する。

【0068】このようにアシスト制御を終了する際には、いずれの場合も、アウト側ゲート弁3の開弁を徐々に行う。したがって、ホイールシリンダ圧が徐々に低下して運転者に違和感を与えない。この際、低下に要する時間を著しく大きくすると、ブレーキの引きずり感を招くため、少なくとも1秒以内には通常のブレーキ状態に戻す必要がある。また、アウト側ゲート弁3の開弁タイミングは、車種によって最適化されるものであり、例えば、アシスト制御終了時に、運転者に対して急に制動力が落ちる違和感を与えやすい車種の場合には、アウト側ゲート弁3の開弁のタイミングを早く、すなわち開弁回数を多くするように最適化が成される。

【0069】さらに、本実施の形態にあつては、疑似車体速度変化勾配 $VID$ が-0.4g以上となったときにもアシスト制御を終了するようにしているため、運転者の意志を反映させた制御を実行できる。すなわち、アシスト制御中は、リリーフ弁3bによりホイールシリンダ圧が運転者の操作によるマスタシリンダ圧よりも上昇し、安全に停止可能な減速度を発生させるが、運転者が減速度を不必要と感じた場合、ブレーキペダルから足を離す操作が行われる。このような場合、リリーフ弁3bによりアシストされたホイールシリンダ圧は、運転者の操作によって変化したマスタシリンダ圧に連動して変化するため、車輪速度 $V_W$ から推定した疑似車体速度変化勾配 $VID$ も同様に変化する。そこで、上述のようにアシスト制御中に疑似車体速度変化勾配 $VID$ が設定値よりも大きくなって減速度が小さくなった場合には、運転者の減速意図が小さくなったとして、アシスト制御を終了する。これにより、運転者がブレーキを弱めているのにアシスト力が発生して運転者に違和感を与えるという不具合を防止することができるとともに、アシスト制御の実行に伴って異音が発生する時間を短縮して車両騒音

の低下を図ることができるという効果が得られる。

【0070】以上説明してきたように、本実施の形態では、アシスト制御が必要か否かの判断を、アンチスキッド制御装置を搭載している車両には既存の、車輪速センサ12の出力により形成した疑似車体速度変化勾配VIDの絶対値およびその変化勾配VIDDに基づいて行うようにしているため、運転者の制動操作を検出するストロークセンサや踏力センサ、あるいは車両の前後加速度を検出するGセンサなどが不要となり、安価な構成とすることができるという効果が得られる。

【0071】さらに、本実施の形態では、車輪速度VWおよびこの車輪速度VWから求めた疑似車体速度VIの変化に基づいて「ぎりぎり制動」の判断を行い、「ぎりぎり制動」と判断したときには、前輪2輪についてアシスト制御による増圧を実行するとともに、後輪2輪について保持を実行するようにしたため、ABS制御が助長され、「ぎりぎり制動」により4輪全輪のロック傾向が強くなる不具合を防止することができるという効果が得られ、かつ、この場合、制動力を高めているため制動力を確保して、制動距離が長くなる不具合を防止でき、かつ、後輪については保持を行っているため、後輪のスリップが大きくなることなく、車両姿勢の安定を図ることができるという効果が得られる。加えて、アシスト制御の終了判断において運転者の意志を反映させることができ、運転者がブレーキを弱めているのにアシスト力が発生して運転者に違和感を与えるという不具合を防止することができるとともに、アシスト制御の実行に伴って異音が発生する時間を短縮して車両騒音の低下を図ることができるという効果が得られる。

【0072】また、疑似車体速度変化勾配VIDおよびVID変化勾配VIDDは、4輪の車輪速度VWを使用しており、冗長系がとられており、信頼性が高い。また、疑似車体速度VIは、車輪速度VWに基づいて算出されているが、この車輪速度VWは、既にアンチスキッド制御装置で使用している要素であり、コストの面でも有利である。

【0073】加えて、疑似車体速度変化勾配VIDの絶対値およびその変化勾配VIDDに基づく運転者が緊急制動操作を行ったことを判断する一次判断に加えて、各車輪のスリップ率に基づいて実際の車両挙動が緊急制動を示しているか判断する二次判断を行うようにしたため、運転者が緊急制動操作を行った後に、実際に制動力が発生する前にその操作を解除した場合のように、緊急制動操作に対応した制動力が発生していない場合、一次判断において緊急制動操作と判断されることがないものであり、また、運転者が山道などを走行したときに緊急制動操作と同様の制動操作を行ったとしても、二次判断において実際に車両が緊急制動を要する状態となっていない場合（スリップ率が各スリップ率閾値を上回っていない場合）には、アシスト進入判断が成されることが無

い。このように、従来と比較して、アシスト進入の誤判断を行うことが無くなり、制御品質を向上させることができるという効果が得られる。

【0074】さらに、低 $\mu$ 路と判断した場合には、アシスト進入判断を行っても制御を開始することなく中止し、あるいはアシスト制御中であれば低 $\mu$ 路判断の時点でアシスト制御を終了するようにして、低 $\mu$ 路における制動に対応したアンチスキッド制御中に不必要にアシスト力を発生させることがないようにしたため、アンチスキッド制御に伴い作動音が発生して運転者に違和感を与えることがなく、制御品質の向上を図ることができるという効果が得られる。また、高 $\mu$ 路の場合には、上記とは逆に、アシスト制御中にアンチスキッド制御作動領域に到達してアンチスキッドが作動しても、アシスト制御を継続するようにしているため、アンチスキッド制御が作動しない領域までホイールシリンダ圧が低下することがなく、確実に減速することができるという効果が得られる。

【0075】以上、本発明の実施の形態を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における設計の変更などがあっても本発明に含まれる。例えば、ぎりぎり制動検出手段は、実施の形態で示したように、前後の平均車輪速度と、疑似車体速度変化勾配VIDおよびVID変化勾配VIDDに基づいて行うことに限定されるものではなく、以下に述べるような他の手段を用いてもよい。すなわち、制動時に加速度スイッチなどにより判断される車体加速度、あるいは路面 $\mu$ に対して、車輪減速度が大きい（絶対値が大きい）状態が所定時間を超えた場合にぎりぎり制動と判断することができる。あるいは、低 $\mu$ を検出するとともに、ABS制御の1サイクル目の時間が所定の設定時間時間を超えることでも判断することができる。また、実施の形態では、ぎりぎり制動解消制御時に、前輪をアシスト増圧、後輪を保持するようにしたが、前輪駆動車や前輪駆動がベースの四輪駆動車などにあっては、前輪を保持、後輪をアシスト増圧するようにしてもよい。この場合、図7のステップ417において前輪保持信号SOL\_FF=1にセットし、このセットによりステップ105の駆動制御によって前輪側の増圧弁5を閉弁させるようにする。このように構成すると、請求項4に記載の発明のように、アシスト制御による増圧を行う後輪は、エンジン慣性の影響を受けることなく実車体速度への復帰を確実に行うことができ、よって、ぎりぎり制動による疑似車体速度および減圧閾値の「下ずり」を確実に防止することができる。また、実施の形態にあっては、「ぎりぎり制動解消制御」時には、前輪をアシスト増圧するとともに後輪を保持するようにし、ABS制御に誘導するのを前輪のみとして後輪において制動力を確保するようにしたが、ぎりぎり制動による疑似車体速度および減圧閾値の「下

ずり」を確実に防止という点では、少なくとも1輪についてアシスト制御による増圧を行えば達成することができる。また、実施の形態のブレーキ制御装置において、吸入回路4bにイン側ゲート弁を設けてもよい。このイン側ゲート弁を設けた場合、非アシスト制御時にイン側ゲート弁を閉弁させてマスタシリンダ圧が吸入回路4b側に伝達することのないようにできる。あるいは、運転者が制動操作を行っていないときに制動力を発生させる能動的な制動制御を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施の形態のブレーキ制御装置におけるブレーキ回路図である。

【図2】実施の形態のブレーキ制御装置におけるコントロールユニットを示すブロック図である。

【図3】実施の形態におけるアシスト制御の全体の流れを示すフローチャートである。

【図4】実施の形態におけるアンチスキッド信号処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】実施の形態における入力信号読込処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】実施の形態におけるアシスト進入判断処理の流れを示すフローチャートである。

【図7】実施の形態におけるぎりぎり制動判断およびぎりぎり制動階層制御の流れを示すフローチャートである。

【図8】実施の形態におけるアシスト制御の離脱判断処

理の流れを示すフローチャートである。

【図9】実施の形態における作動説明図である。

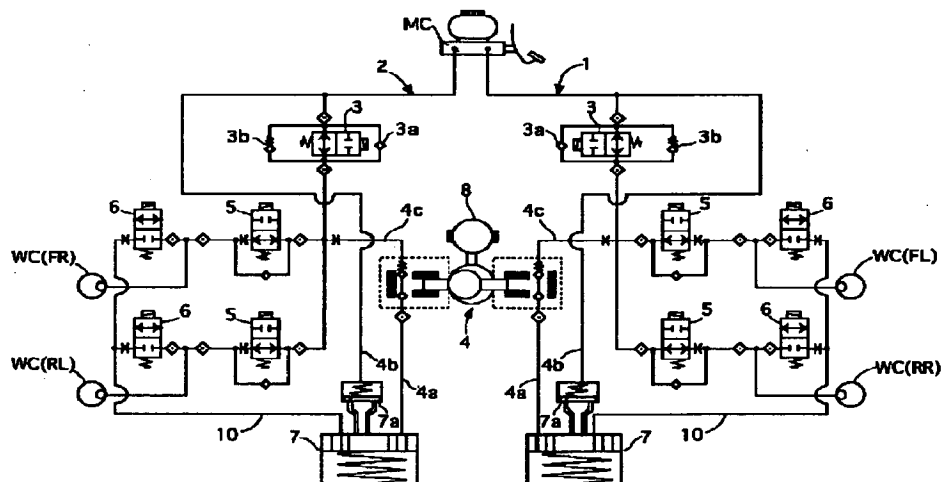
【図10】実施の形態における作動例を示すタイムチャートである。

05 【図11】従来技術の作動例を示すタイムチャートである。

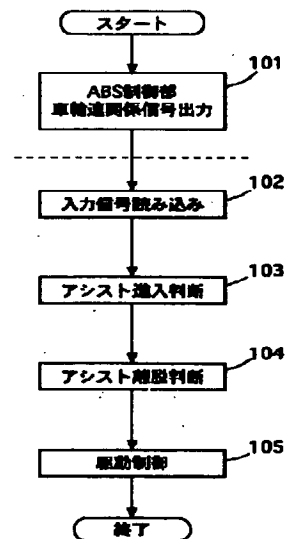
#### 【符号の説明】

- |    |                |
|----|----------------|
| 1  | ブレーキ配管         |
| 2  | ブレーキ配管         |
| 10 | 3 アウト側ゲート弁     |
|    | 3 a 一方弁        |
|    | 3 b リリーフ弁      |
|    | 4 ポンプ          |
|    | 4 a 吸入回路       |
| 15 | 4 b 吸入回路       |
|    | 4 c 吐出回路       |
|    | 5 増圧弁          |
|    | 6 減圧弁          |
|    | 7 リザーバ         |
| 20 | 8 モータ          |
|    | 10 リターン通路      |
|    | 11 コントロールユニット  |
|    | 12 車輪速センサ      |
|    | 13 ブレーキランプスイッチ |
| 25 | MC マスタシリンダ     |
|    | WC ホイールシリンダ    |

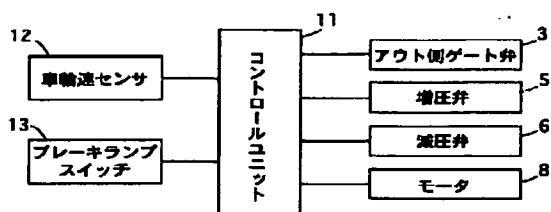
【図1】



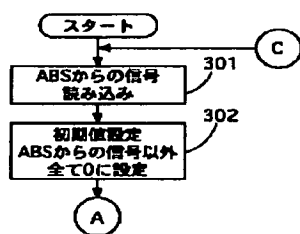
【図3】



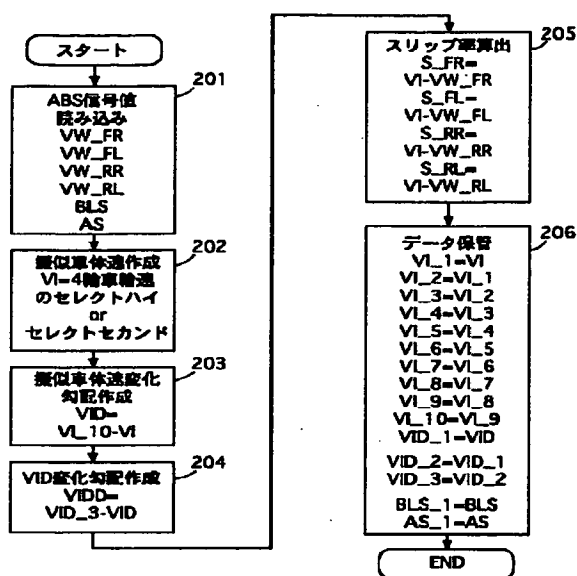
【図2】



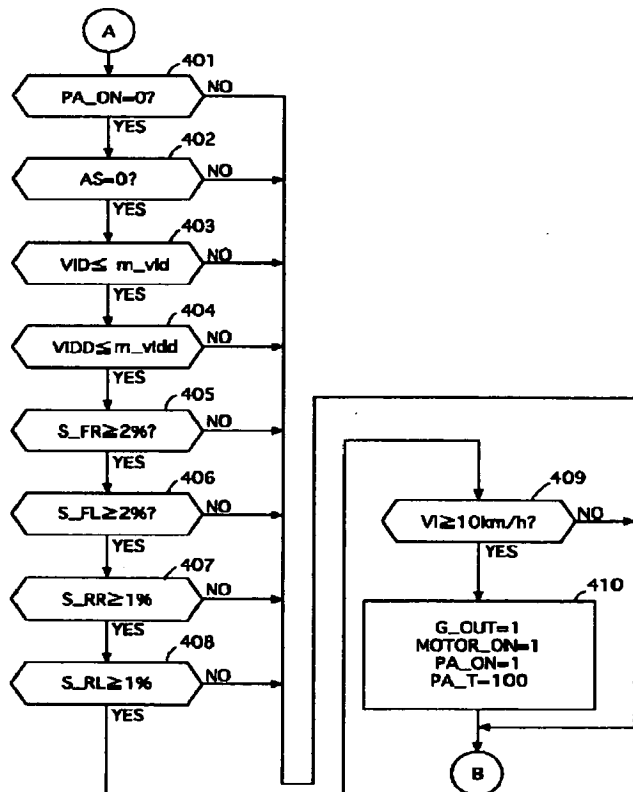
【図5】



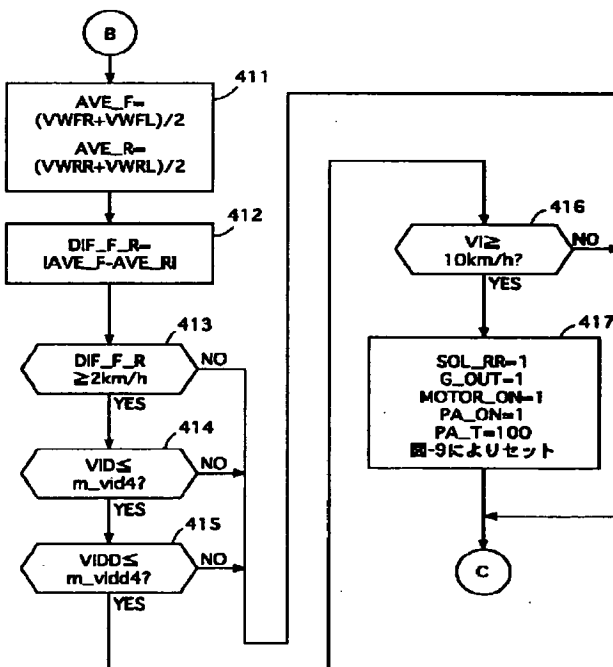
【図4】



【図6】

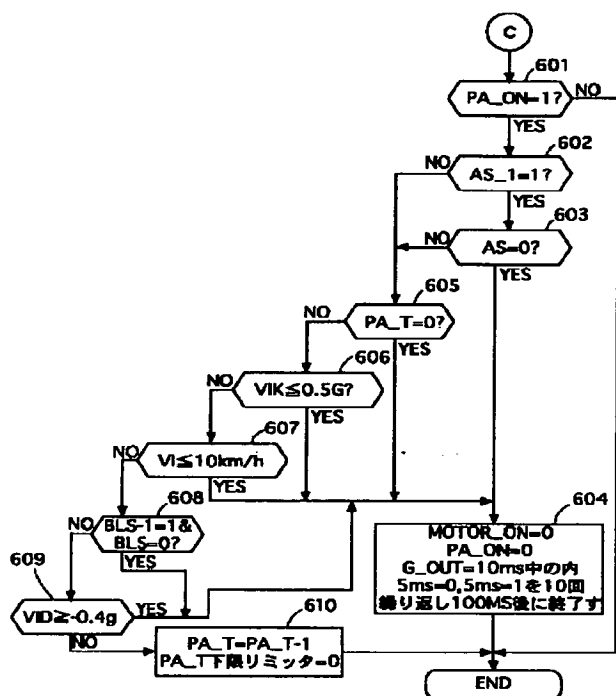


【図7】

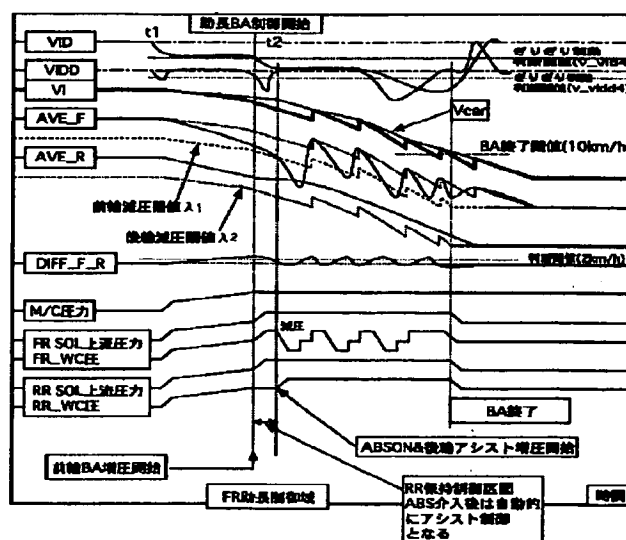




【図8】



【図10】



【図9】

	通常増圧時	ABS ON			ブレーキアシスト		
		増圧	減圧	保持	通常BA	実施の形態1	実施の形態2
アウト側ゲート弁	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
FR増圧弁	OFF(開)	OFF(開)	ON	ON	OFF	OFF	ON
FR減圧弁	OFF(閉)	OFF(閉)	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
RR増圧弁	OFF(開)	OFF(開)	ON	ON	OFF	ON	OFF
RR減圧弁	OFF(閉)	OFF(閉)	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
モータ	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON

【図11】

